

Elektrodynamik, vt 2008 - Räkneövning 11

Uppgifterna lämnas in senast måndagen den 28.4 kl 12:00. Övnings-tillfället hålls tisdagen 29.4 kl 16 i Acceleratorlaboratoriets seminarium.

1. Betrakta en punktladdning som rör sig med likformig vinkelhastighet ω i en cirkel med radien a i xy -planet. Låt laddningen vara i $(x, y) = (a, 0)$ vid tiden $t = 0$, så att dess position vid en godtycklig tidpunkt t är

$$\mathbf{w}(t) = a \cos(\omega t) \hat{\mathbf{x}} + a \sin(\omega t) \hat{\mathbf{y}} = a(\cos(\omega t), \sin(\omega t), 0) \quad (1)$$

(a) Bestäm el- och magnetfältet för $z = 0$.

(b) Laddningens rörelse ger upphov till en konstant ström I . Bestäm denna, och skriv om magnetfältet från (b)-delen med hjälp av detta uttryck. Jämför detta magnetfält med det för en cirkulär strömslinga, som beräknats tidigare på kursen.

2. En radiomast reser sig till en höjd h ovanför den platta, horisontella marken. På toppen av tornet finns en magnetisk dipol som fungerar som antenn, med radien b och axeln vertikal. Radiostationen SKRÄP FM sänder från denna antenn på frekvensen ω och med en utstrålad tidsmedeleffekt P . Grannarna till radiostationen har blivit utsatta för en rad olika fenomen: mekaniska garagedörrar som öppnar och stänger sig oförklarligt, interferens med hemmabions ljudanläggning samt konstiga medicinska problem. Deras teori är att radiostationen utsänder för stark strålning och orsakar fenomenen. Stadens ingenjör hävdar däremot att enligt hans mätningar vid mastens rot underskred strålningsnivån de tillåtna gränsvärdena. Du har blivit rekryterad av områdets lokalsamfund för att granska ingenjörens rapport.

(a) Beräkna strålningen på marknivån på ett avstånd R från mastens rot. Du kan anta att $b \ll c/\omega \ll h$.

(b) Hur långt från mastens rot borde ingenjören ha gjort mätningarna? Vad är intensiteten vid denna punkt?

(c) SKRÄP FM sänder med effekten 35 kilowatt, frekvensen 90 MHz, antennens radie är 6 cm och mastens höjd är 200 m. Stadens gränsvärden för radioemissionen är 200 microwatt/cm². Använder SKRÄP FM regelrätt apparatur?

VÄND!

3. En ström $I(t)$ flödar runt en cirkulär ring som i figuren på sidan 15.19 i anteckningarna. Visa att den allmänna formeln för den utstrålade effekten, skriven med hjälp av dipolmomentet m , är

$$P = \frac{\mu_0}{6\pi c^3} \frac{d^2}{dt^2} [m(t)]^2 \quad (2)$$

4. Som du säkert vet sammanfaller inte Jordens magnetiska nordpol med den geografiska nordpolen, skillnaden är cirka 11 grader. Relativt till rotationsaxeln ändrar alltså jordens magnetiska dipolmoment med tiden, och jorden måste därför avge magnetisk dipolstrålning.

(a) Bestäm den utstrålade effekten som funktion av vinkeln mellan geografiska och magnetiska polerna ψ , storleken på jordens magnetiska dipolmoment M och vinkelfrekvensen för jordens rotation ω . Tips: uppgift 3.

(b) Uppskatta jordens magnetiska dipolmomentet M då du vet att magnetfältet vid ekvatorn är ungefär en halv gauss.

(c) Beräkna den utstrålade effekten.

(d) Pulsarer är tänkta att vara roterande neutronstjärnor med en typisk radie på 10 km, rotationsperiod på 10^{-3} s och ytmagnetfält av storleken 10^8 T. En hur stor utstrålad effekt skulle du kunna vänta dig från en sådan stjärna?